

Зависимость
среднего куба
скорости ветра
от числа измерений
за сутки

В качестве аппроксимации предлагается логарифмическая аппроксимация:

$$\langle v^3 \rangle = 1,437 \ln(v) + 6,991 .$$

Заключение

Можно сделать вывод, что такая форма характерна для данной зависимости в целом. Этот факт позволяет установить оптимальную частоту измерений. Функция имеет «полочку» после $v_i = 30000$ и в дальнейшем имеет небольшое изменение на 7-8 %, следовательно, можно ограничиться частотой измерений v_i .

Из проведенных исследований и построенных зависимостей среднего куба скорости ветра от частоты измерения скорости ветра, можно заключить, что оптимальная частота измерения скорости ветра лежит в диапазоне до 30000 раз в сутки, т.е. с интервалом в 3 секунды. Дальнейшее увеличение частоты измерений может привести лишь к неоправданным техническим и экономическим затратам.

Библиографический список

1. Твайдел Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайдел. А. Уэйр: пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1990. 120 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПАРОВЫХ СНАРЯДОВ ДЛЯ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ ЖИДКОСТИ

Никитин А.Д., Стариков Е.В., Щеклеин С.Е.
УрФУ, studentshurik@gmail.com

Для исследования возможности использования энергии паровых снарядов для перекачивания жидкости была собрана установка под названием «Пузырьковый насос». Схема экспериментальной установки изображена на рис. 1.

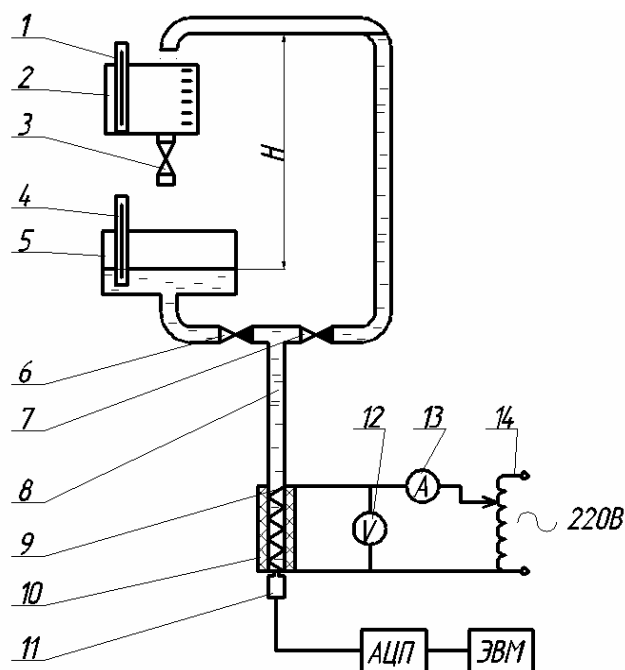


Рис. 1. Схема установки:

H – высота, на которую закачивается жидкость; 1, 4 – термометры; 2 – емкость с рисками для измерения объема; 3 – сливной кран; 5 – емкость с водой; 6, 7 – обратные клапаны; 8 – стеклянная трубка; 9 – спираль для нагрева; 10 – тепловая изоляция; 11 – датчик, измеряющий давление; 12 – вольтметр; 13 – амперметр; 14 – автотрансформатор

Принцип действия установки следующий. При подводе теплоты к жидкости, находящейся в нижней части стеклянной трубки 8, в ней образуются крупные пузыри пара. В момент образования пузыря давление в трубке повышается. Обратный клапан 7 открывается, и часть жидкости, равная объему образовавшегося пузыря, выталкивается в напорную линию. При этом клапан 6 закрыт, он препятствует выталкиванию жидкости в емкость 5. Так как плотность пара меньше плотности жидкости, то пузырь всплывает в верхнюю часть трубки, где происходит отвод теплоты через стенки трубки в окружающую среду и конденсация пузыря. При этом давление снижается, клапан 7 закрывается, клапан 6 открывается и происходит всасывание новой порции жидкости из емкости 5.

Расход измеряется следующим образом: закрывается кран 3, с использованием секундомера засекается время, за которое набирается объем жидкости (определяется по рискам на емкости 2), объем делится на время, получается расход. Датчик давления 11 измеряет давление с установленной частотой (при испытаниях – 0,2 с), что позволяет зафиксировать амплитуду, частоту и форму импульсов давления.

Условием работы пузырькового насоса является образование крупных отдельных пузырей пара, которые вызывают значительные перепады давления (так называемый гиперснрядный режим кипения [1]). Отдельные крупные пузыри образуются при кипении в стесненных условиях. Под стесненными условиями в данном случае понимаются такие условия, в которых не развита естественная конвекция; эти условия достигаются, в частности, при кипении в узких вертикальных трубках [1].

В качестве перекачиваемой жидкости при испытаниях пузырькового насоса использовалась недистиллированная вода. В ходе испытаний пузырькового насоса выяснилось, что расход перекачиваемой воды зависит от высоты, на которую закачивается вода, подводимой мощности и температуры воды на входе в насос. По результатам измерений построены зависимости расхода от температуры воды на входе, подводимой мощности и высоты подъема воды (рис. 2–4).

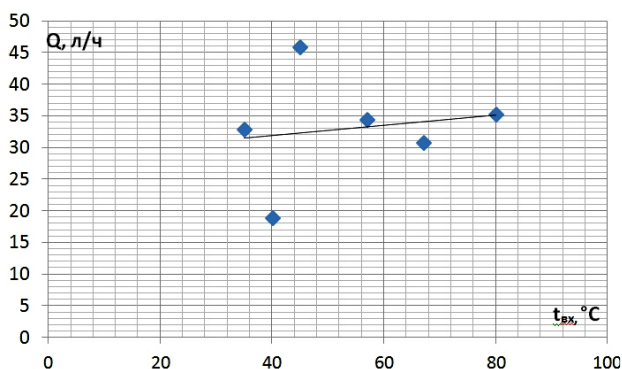


Рис. 2. Зависимость расхода от температуры воды на входе

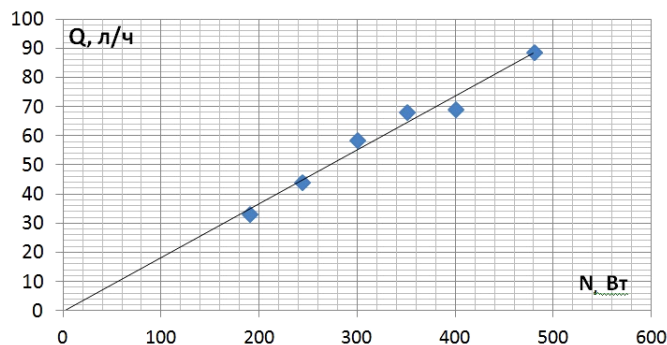


Рис. 3. Зависимость расхода от подводимой мощности

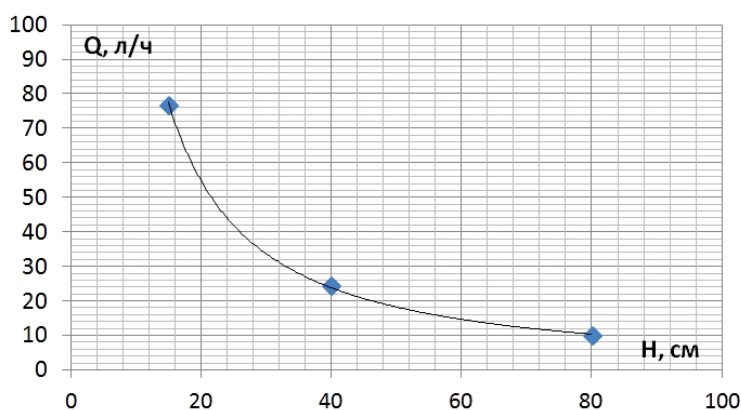


Рис. 4. Зависимость расхода от высоты подъема воды

Как видно из рис. 3–4, расход увеличивается с увеличением температуры воды на входе, линейно растет с увеличением подводимой мощности и обратно пропорционален высоте подъема воды.

В ходе испытаний было установлено, что собранная установка прекращает перекачивать жидкость при совокупности следующих условий: низком значении температуры воды на входе (менее 35°C), большом значении высоты подъема воды (более 70 см) и большом значении мощности (более 300 Вт). Перекачивание прекращается, так как происходит смена режима кипения (вместо снарядного начинается кольцевой режим).

Для достижения наилучшей работы насоса необходимо подобрать оптимальное значение подводимой мощности для данных значений температуры вода на входе и высоты ее подъема.

Таким образом, в ходе работы собрана и испытана установка, которая использует энергию паровых снарядов для перекачивания жидкости. Установка – пузырьковый насос – испытана при следующих параметрах: подводимая мощ-

ность от 0 до 500 Вт, температура перекачиваемой воды от 20 до 85 °С. При этом максимальное значение расхода составило 90 л/ч, максимальная высота подъема воды – 185 см.

На основании проделанной работы сделан вывод: практическое использование энергии паровых снарядов для перекачивания жидкости возможно. В связи с этим открываются перспективы по созданию насоса, работающего на данном принципе.

Библиографический список

1. Стариков Е.В. К вопросу о параметрах гиперснарядного режима кипения жидкостей в стесненных условиях / Е.В. Стариков // Энерго- и ресурсосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сборник материалов всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции с международным участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 18-21 декабря 2012 г. Екатеринбург: УрФУ, 2012. С. 173–175.

РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ ПУЗЫРЬКОВОГО НАСОСА

*Никитин А.Д., Стариков Е.В.
УрФУ, studentshurik@gmail.com*

Пузырьковый насос – это устройство, которое использует энергию паровых снарядов для перекачивания жидкости. Принцип действия насоса следующий. При подводе теплоты к жидкости, находящейся в узком канале, в ней образуются крупные пузыри пара. В момент образования пузыря давление в канале повышается, и часть жидкости, равная объему образовавшегося пузыря, выталкивается через обратный клапан в напорную линию. Так как плотность пара меньше плотности жидкости, то пузырь всплывает в верхнюю часть трубки, где происходит отвод теплоты через стенки трубки в окружающую среду и конденсация пузыря. При этом давление снижается и происходит всасывание новой порции жидкости.

Для разработки физической модели работы пузырькового насоса необходимо учесть и математически описать все процессы, происходящие при его работе.

Подводимая к насосу мощность расходуется на нагрев воды, на изменение потенциальной и кинетической энергии перекачиваемой воды; часть мощности отводится в окружающую среду при конденсации пузыря. Кроме этого, необходимо учесть потери: гидравлические и тепловые. Таким образом, закон сохранения энергии имеет следующий вид:

$$N = Q \cdot \rho_v \cdot c_p \cdot (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}) + \nu \cdot V_n \cdot \rho_n \cdot (h_n'' - h_n') + Q \cdot \rho_v \cdot g \cdot H + \frac{Q \cdot \rho_v \cdot u^2}{2} + Q_{\text{т пот}}, \quad (1)$$

где N – подводимая электрическая мощность; Q – объемный расход перекачиваемой воды; ρ_v – плотность воды, кг/м³; c_p – теплоемкость воды при давлении в трубке; $t_{\text{вых}}$ – температура воды на выходе из насоса; $t_{\text{вх}}$ –